

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日  
Date of Application:

2002年 9月24日

出 願 番 号  
Application Number:

特願2002-277189

[ ST.10/C ]:

[ JP2002-277189 ]

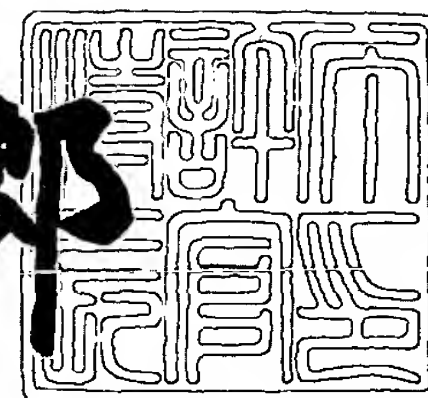
出 願 人  
Applicant(s):

矢崎総業株式会社

2003年 6月24日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3049745

【書類名】 特許願

【整理番号】 YZK-5962

【提出日】 平成14年 9月24日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G01B 7/30

【発明の名称】 舵角センサ

【請求項の数】 4

【発明者】

    【住所又は居所】 静岡県裾野市御宿 1 5 0 0 矢崎総業株式会社内

    【氏名】 詫摩 絵未

【発明者】

    【住所又は居所】 静岡県裾野市御宿 1 5 0 0 矢崎総業株式会社内

    【氏名】 佐藤 孝

【特許出願人】

    【識別番号】 000006895

    【氏名又は名称】 矢崎総業株式会社

    【代表者】 矢崎 信二

【代理人】

    【識別番号】 100083806

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 三好 秀和

    【電話番号】 03-3504-3075

【選任した代理人】

    【識別番号】 100068342

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 三好 保男

【選任した代理人】

    【識別番号】 100100712

    【弁理士】

【氏名又は名称】 岩▲崎▼ 幸邦

【選任した代理人】

【識別番号】 100087365

【弁理士】

【氏名又は名称】 栗原 彰

【選任した代理人】

【識別番号】 100079946

【弁理士】

【氏名又は名称】 横屋 赳夫

【選任した代理人】

【識別番号】 100100929

【弁理士】

【氏名又は名称】 川又 澄雄

【選任した代理人】

【識別番号】 100095500

【弁理士】

【氏名又は名称】 伊藤 正和

【選任した代理人】

【識別番号】 100101247

【弁理士】

【氏名又は名称】 高橋 俊一

【選任した代理人】

【識別番号】 100098327

【弁理士】

【氏名又は名称】 高松 俊雄

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 001982

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9708734

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 舵角センサ

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 ステアリングシャフトと連動して回転する第 1 のギヤと、該第 1 のギヤと連動して回転し、第 1 のギヤよりも速い回転速度で回転する第 2 のギヤと、を有し、該第 2 のギヤの回転角度を測定して、前記ステアリングシャフトの回転角度を検出する舵角センサにおいて、

前記第 2 のギヤに設けられ、該第 2 のギヤと共に回転する小角度検出用磁石と

前記第 2 のギヤ近傍の固定側に配置され、前記小角度検出用磁石の磁力線を検出する小角度検出用磁気センサと、

前記第 1 のギヤと連動して回転し、前記第 2 のギヤよりも遅い回転速度で回転する第 3 のギヤと、

前記第 3 のギヤに設けられ、該第 3 のギヤと共に回転する大角度検出用磁石と

前記第 3 のギヤ近傍の固定側に配置され、前記大角度検出用磁石の磁力線を検出する大角度検出用磁気センサと、を有し、

前記小角度検出用磁気センサ、及び大角度検出用磁気センサにて検出された角度データに基づいて、前記ステアリングシャフトの回転角度を求めることを特徴とする舵角センサ。

【請求項 2】 前記小角度検出用磁気センサは、前記第 2 のギヤの回転動に伴って、三角波の周期信号を出力し、

前記大角度検出用磁気センサは、前記第 3 のギヤの回転動に伴って、前記小角度検出用磁気センサが出力する周期信号よりも、長い周期となる、三角波の周期信号を出力することを特徴とする請求項 1 に記載の舵角センサ。

【請求項 3】 前記ステアリングシャフトの絶対的な角度位置に応じて、前記小角度検出用磁気センサによる検出データと、前記大角度検出用磁気センサによる検出データとが異なるように設定されることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 のいずれかに記載の舵角センサ。

【請求項 4】 前記大角度検出用磁気センサにより検出される検出値を、前記小角度検出用磁気センサにより検出される検出値に傾斜と一致させた信号を、変換信号として生成し、

前記変換信号と、前記小角度検出用磁気センサによる検出結果との差分を求め、当該差分値を、所定のステップ数で除したときの余りの値に応じて、前記ステアリングシャフトの絶対舵角が前記大角度用磁気センサより出力される周期波形のうちの、何番目の周期に属しているかを判断することを特徴とする請求項 3 に記載の舵角センサ。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】

本発明は、車両に搭載されるステアリングの回転角度を検出する舵角センサに係り、特に、検出の精度を向上させる技術に関する。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

車両に搭載される舵角センサの従来例として、例えば、ステアリングと同軸的に大径のギヤを設置し、更に、この大径ギヤと噛合する小径のギヤを設置し、この小径ギヤの回転角度を検出する方式を用いたものが知られている。

【 0 0 0 3 】

即ち、図 1 0 に示すように、ステアリングシャフト 1 0 1 が回転すると、これに伴って、大径のギヤ 1 0 2 が回転し、該大径のギヤ 1 0 2 と噛合している小径のギヤ 1 0 3 が回転駆動する。また、小径のギヤ 1 0 3 の中心部には、磁石 1 0 4 が設置されており、更に、この磁石 1 0 4 近傍の固定側には、ホール IC 1 0 5 が設置されている。従って、ホール IC 1 0 5 により、磁石 1 0 4 の方向を検出することができ、ひいては小径のギヤ 1 0 3 の回転角度を検出することができる。

【 0 0 0 4 】

よって、ホール IC 1 0 5 の出力信号に基づいて、ステアリングシャフト 1 0 1 の回転角度を求めることができる。

## 【 0 0 0 5 】

ところが、上述した構成を有する舵角センサにおいては、大径のギヤ 1 0 2 と小径のギヤ 1 0 3 の歯数が例えば、4 : 1 といったように、小径のギヤ 1 0 2 の方が歯数が少なく、且つ、ステアリングシャフト 1 0 1 は、全体の操舵角度が約 4 回転足らずあるので、小径のギヤ 1 0 3 は全体で約 1 5 回転することになる。

## 【 0 0 0 6 】

従って、ホール IC 1 0 5 により、小径のギヤ 1 0 3 の回転角度を検出することが出来るものの、ステアリングシャフト 1 0 1 の絶対位置、つまり、小径のギヤ 1 0 3 が、1 5 回転のうちの何回転目にあるかを認識することができない。このため、ステアリングシャフト 1 0 1 の操舵角度が 0 度、即ち、車両が直進状態となった位置を基準として、操舵角度を検出しなければならず、車両側から直進状態となったときの基準位置信号が与えられるまで、操舵角を検出することができないという欠点があった。

## 【 0 0 0 7 】

また、この問題を解決するために、車両のイグニッションのオフ時においても舵角センサに通電することにより、舵角の変化量を常時監視する方法が提案されているが、この方法では、イグニッションオフ時においても、電力を消費するため、バッテリーへの負担が大きいという問題が発生していた。

## 【 0 0 0 8 】

## 【発明が解決しようとする課題】

上述したように、従来における舵角センサにおいては、車両の直進状態が検出されるまで舵角の検出ができないという問題があり、更に、イグニッションオフ時においても舵角センサに通電する方法では、消費電力が大きくなり、実用的でないという欠点があった。

## 【 0 0 0 9 】

この発明は、このような従来の課題を解決するためになされたものであり、その目的とするところは、簡易な方法で、車両の舵角を検出することのできる舵角センサを提供することにある。

## 【 0 0 1 0 】

## 【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するため、本願請求項 1 に記載の発明は、ステアリングシャフトと連動して回転する第 1 のギヤと、該第 1 のギヤと連動して回転し、第 1 のギヤよりも速い回転速度で回転する第 2 のギヤと、を有し、該第 2 のギヤの回転角度を測定して、前記ステアリングシャフトの回転角度を検出する舵角センサにおいて、前記第 2 のギヤに設けられ、該第 2 のギヤと共に回転する小角度検出用磁石と、前記第 2 のギヤ近傍の固定側に配置され、前記小角度検出用磁石の磁力線を検出する小角度検出用磁気センサと、前記第 1 のギヤと連動して回転し、前記第 2 のギヤよりも遅い回転速度で回転する第 3 のギヤと、前記第 3 のギヤに設けられ、該第 3 のギヤと共に回転する大角度検出用磁石と、前記第 3 のギヤ近傍の固定側に配置され、前記大角度検出用磁石の磁力線を検出する大角度検出用磁気センサと、を有し、前記小角度検出用磁気センサ、及び大角度検出用磁気センサにて検出された角度データに基づいて、前記ステアリングシャフトの回転角度を求めることを特徴とする。

## 【0011】

請求項 2 に記載の発明は、前記小角度検出用磁気センサは、前記第 2 のギヤの回転動に伴って、三角波の周期信号を出力し、前記大角度検出用磁気センサは、前記第 3 のギヤの回転動に伴って、前記小角度検出用磁気センサが出力する周期信号よりも、長い周期となる、三角波の周期信号を出力することを特徴とする。

## 【0012】

請求項 3 に記載の発明は、前記ステアリングシャフトの絶対的な角度位置に応じて、前記小角度検出用磁気センサによる検出データと、前記大角度検出用磁気センサによる検出データとが異なるように設定されることを特徴とする。

## 【0013】

請求項 4 に記載の発明は、前記大角度検出用磁気センサにより検出される検出値を、前記小角度検出用磁気センサにより検出される検出値に傾斜と一致させた信号を、変換信号として生成し、前記変換信号と、前記小角度検出用磁気センサによる検出結果との差分を求め、当該差分値を、所定のステップ数で除したときの余りの値に応じて、前記ステアリングシャフトの絶対舵角が前記大角度用磁気



センサより出力される周期波形のうちの、何番目の周期に属しているかを判断することを特徴とする。

【 0 0 1 4 】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施形態を図面に基づいて説明する。図 1 は、本発明の第 1 の実施形態に係る舵角センサを示す概略構成図である。同図に示すように、この舵角センサ 1 は、ケース 8 内に収納されており、車両に搭載されるステアリングシャフト 2 と連動して回転するギヤ（第 1 のギヤ） 3 と、該ギヤ 3 と噛合しギヤ 3 と連動して回転するギヤ（第 2 のギヤ） 4 と、ギヤ 3 と噛合しギヤ 3 と連動して回転するギヤ 5 と、を具備している。

【 0 0 1 5 】

また、ギヤ 5 と同軸的に連結され、当該ギヤ 5 よりも小径のギヤ 6 と、該ギヤ 6 と噛合されたギヤ 7（第 3 のギヤ）と、を有している。そして、各ギヤ 3 ～ 7 は、それぞれ基板 9 の上に設けられている。

【 0 0 1 6 】

ギヤ 4 の中心部には、2 極着磁の磁石（小角度検出用磁石） 1 0 が設けられ、且つ、該磁石 1 0 近傍の固定側の基板 9 上には、該磁石 1 0 の磁力線の方角を検出するための磁気センサ（小角度検出用磁気センサ） 1 1 が設けられている。

【 0 0 1 7 】

同様に、ギヤ 7 の中心部には、2 極着磁の磁石（大角度検出用磁石） 1 2 が設けられ、該磁石 1 2 の近傍の固定側の基板 9 上には、該磁石 1 2 の磁力線の方角を検出するための磁気センサ（大角度検出用磁気センサ） 1 3 が設けられている。

【 0 0 1 8 】

また、図 2 は、当該舵角センサ 1 の制御系を示すブロック図であり、同図に示すように、各磁気センサ 1 1， 1 3 は、制御部 1 4 と連結されており、該制御部 1 4 では、各磁気センサ 1 1， 1 3 より出力される検出信号に基づいて、ステアリングシャフト 2 の回転角度を求める。

【 0 0 1 9 】

図 3 は、磁石 1 0, 1 2 と磁気センサ 1 1, 1 3 との位置関係を示す説明図であり、ギヤ 4, 7 の回転に伴って、磁石 1 0, 1 2 が回転すると、該磁石 1 0, 1 2 と対向して配置された磁気センサ 1 1, 1 3 により、この方向が検出されるので、該磁気センサ 1 1, 1 3 の出力信号に基づいて、ギヤ 4、及びギヤ 7 の回転角度を求めることができる。

## 【 0 0 2 0 】

各磁気センサ 1 1, 1 3 は、1 回転 3 6 0 [deg] を、 $2^b$  分割してデジタル出力するように構成されている。そして、ギヤ 3 とギヤ 4 との間のギヤの速度比、及びギヤ 3 とギヤ 7 との間のギヤの速度比（ギヤ 5, 6 を介した速度比）は、以下に示すように設定される。

## 【 0 0 2 1 】

舵角センサ 1 の分解能（磁気センサ 1 1 の角度ステップ）を「rez」とし、磁気センサ 1 1, 1 3 のビット数を「b」とし、ギヤ 3 に対するギヤ 4、及びギヤ 7 の速度比をそれぞれ  $i_1$ ,  $i_2$  とし、ギヤ 3 に対する磁気センサ 1 1, 1 3 の周期をそれぞれ  $c_1$ ,  $c_2$  とすると、磁気センサ 1 1, 1 3 のそれぞれの周期  $c_1$ ,  $c_2$  は、以下に示す (1), (2) 式にて求めることができる

$$c_1 = \text{rez} \times 2^b = 360 / i_1 \quad \dots (1)$$

$$c_2 = 360 / i_2 \quad \dots (2)$$

操舵角範囲内で、磁気センサ 1 1 と磁気センサ 1 3 の出力の組み合わせを一義的な組み合わせとするために、2 つの磁気センサ 1 1, 1 3 の周期は、(3) 式の条件を満たすように設定される。

## 【 0 0 2 2 】

$$(c_1 \text{ と } c_2 \text{ の最小公倍数}) \geq (\text{操舵角範囲}) \quad \dots (3)$$

例えば、分解能を 1 [deg] とし、磁気センサ 1 1, 1 3 のビット数を 6 ビットとし、操舵角範囲を  $\pm 1080$  [deg] とした場合には、ギヤ 7 の速度比  $i_2$  を「2」とすれば、磁気センサ 1 1 の周期  $c_1$  は 64 [deg]、磁気センサ 1 3 の周期  $c_2$  は 180 [deg] となる。このとき、ギヤ 4 の速度比  $i_1$  は、 $360 / 64 = 5.625$  となり、ギヤ 7 の速度比  $i_2$  は、 $360 / 180 = 2$  となる。

## 【 0 0 2 3 】

これらの最小公倍数は、2 8 8 0 [deg] となり、通常の自動車の操舵角度範囲 (± 1 0 8 0 [deg]) を満足する値となる。

## 【 0 0 2 4 】

このときの、磁気センサ 1 1, 1 3 の全操舵角度範囲における出力信号の変化を図 4 に示す。また、その詳細図を図 5 に示す。

## 【 0 0 2 5 】

図 4 に示すように、磁気センサ 1 3 の出力信号  $s_2$  は、1 8 0 [deg] の周期で鋸歯状 (三角波状) に変化している。この出力信号  $s_2$  の周期数 (鋸歯状波の個数) を  $\times 2$  (この例では 1 6 個) とする。また、磁気センサ 1 1 の出力信号は、6 4 [deg] の周期で鋸歯状に変化している。この基準信号  $s_1$  の周期数を  $\times 1$  (この例では 4 5 個) とする。

## 【 0 0 2 6 】

そして、上述した (3) 式に示したように、 $c_1$  (6 4 [deg]) と  $c_2$  (1 8 0 [deg]) の最小公倍数が、1 0 8 0 [deg] 以上 (具体的には、2 8 8 0 [deg]) となるように設定されているので、ステアリングシャフト 2 の各操舵角度において、磁気センサ 1 1 の出力信号と磁気センサ 1 3 の出力信号とが同一となる角度位置は存在しない。換言すれば、磁気センサ 1 1 の出力信号と、磁気センサ 1 3 の出力信号が得られれば、ステアリングシャフト 2 の操舵角度は、一義的に決定されることになる。

## 【 0 0 2 7 】

図 5 は、各磁気センサ 1 1, 1 3 による、操舵角度の検出精度を示す説明図であり、磁気センサ 1 1 の出力の各周期を、磁気センサ 1 3 の出力信号を基準として示している。つまり、センサ 1 1-0 ~ 1 1-15 は、図 4 に示した磁気センサ 1 3 の出力信号波形  $s_2$  の、1 個目の三角形から 1 6 個目の三角形に対応する、磁気センサ 1 1 の出力信号波形  $s_1$  を示しており、波形  $s_2$  の 1 個目の三角形に対応する波形  $s_1$  (波形  $s_1$  の三角形 3 個分) の立ち上がり点と、波形  $s_2$  の立ち上がり点は、一致しているので、センサ 1 1-0 の出力信号波形は、原点 (0, 0) がスタート地点となっている。

## 【 0 0 2 8 】

そして、磁気センサ 1 3 による操舵角度の検出点が 3 [deg] であり、このときの精度範囲が、図中「A」に示す範囲である場合には、磁気センサ 1 1 による検出誤差が「q」よりも大きい場合には、磁気センサ 1 1 の出力信号と対応させることができない。つまり、図示の例では、センサ 1 1-5 の信号であるか、センサ 1 1-10 の信号であるか、を特定することができなくなり、結果として、磁気センサ 1 3 と磁気センサ 1 1 との一義的な対応がとれなくなってしまう。

## 【 0 0 2 9 】

この磁気センサ 1 3 の精度範囲「A」内での、磁気センサ 1 1 の隣り合った周期の出力との関係を、認識可能範囲 q とすると、q は、以下の (4) 式で求めることができる。

## 【 0 0 3 0 】

$$q = \{ 2^b - x_1 \times$$

$$(\text{磁気センサ 1 3 の精度範囲 [LSB]}) \} / x_2 \dots (4)$$

そして、この認識可能範囲 q が、1 よりも大きければ、上述した一義的な決定が可能となる。このとき、磁気センサ 1 3 の出力値に基づいて絶対値を演算する方式を採用すると、認識可能範囲 q は小さくなる。このため、本実施形態では、認識可能範囲 q を大きくするために、磁気センサ 1 3 の立ち上がりの点を検出するようにし、デジタル的な誤差分を含まず、より正確な舵角位置を検出することが可能になるように設定している。

## 【 0 0 3 1 】

但し、この誤差幅は、磁気センサ 1 3 の精度に寄与することが大きい。従って、精度の良い磁気センサを用いれば、(4) 式に示す条件や、立ち上がりを検出する方法を採用しなくても良い。また、磁気センサ 1 3 のビット数 b や分解能も、同様に精度範囲に寄与する。磁気センサ 1 3 の精度範囲を 1 [LSB] としたとき、前述した例では、q の値が「1. 1 8 7 5 (>1)」となり、全ての条件を満たしている。

## 【 0 0 3 2 】

次に、上述のように構成された本実施形態の動作を、図 6 に示すフローチャー

トを参照しながら説明する。

【 0 0 3 3 】

ステアリングシャフト 2 の舵角検出処理が開始されると、磁気センサ 1 1 よりギヤ 3 の回転角度が検出され（ステップ S T 1）、この検出信号が制御部 1 4 に供給される。そして、制御部 1 4 では、この検出信号に基づいて、ステアリングシャフト 2 の絶対舵角を求めることができるかどうか判断され（ステップ S T 2）、絶対舵角が不明である場合には（ステップ S T 2 で Y E S）、磁気センサ 1 3 により検出されるギヤ 7 の回転角度を検出する（ステップ S T 3）。

【 0 0 3 4 】

その後、磁気センサ 1 1 の検出信号、及び磁気センサ 1 3 の検出信号に基づいて、ステアリングシャフト 2 の絶対舵角を求める（ステップ S T 4）。

【 0 0 3 5 】

この際、図 4 に示したように、磁気センサ 1 1 の出力信号と、磁気センサ 1 3 の出力信号とが得られれば、舵角を一義的に求めることができるので、確実且つ高精度にステアリングシャフト 2 の絶対舵角を検出することができる。

【 0 0 3 6 】

このようにして、第 1 の実施形態に係る舵角センサ 1 では、ギヤ（第 1 のギヤ） 3 と連動して回転するギヤ（第 2 のギヤ） 4、及びギヤ（第 3 のギヤ） 7 を配設し、各ギヤ 4、7 の回転角度を検出し、これらの検出値に基づいて、ステアリングシャフト 2 の舵角を求めるようにしているので、僅かな角度変化量に対しても、正確な舵角位置を検出することができるようになる。

【 0 0 3 7 】

次に、第 2 の実施形態について説明する。装置構成は、図 1 に示した概略図、及び図 2 に示したブロック図と同様であるので、その説明を省略する。

【 0 0 3 8 】

まず、第 2 の実施形態の原理について説明する。

【 0 0 3 9 】

本実施形態では、前述した第 1 の実施形態と同様に、ギヤ 4 の速度比を  $i_1$ 、ギヤ 7 の速度比を  $i_2$  とする。そして、図 4 に示したように、磁気センサ 1 1 の

出力を角度信号  $s_1$ 、磁気センサ 13 の出力信号を基準信号  $s_2$  とする。

【0040】

そして、基準信号  $s_2$  を、角度信号  $s_1$  と同一の傾きに変換した信号を  $s_2'$  (以下、変換信号  $s_2'$  という)、以下の (11) 式にて求める。

【0041】

$$s_2' = s_2 \times i_1 / i_2 \quad \dots (11)$$

次いで、(11) 式にて求めた変換信号  $s_2'$  と、角度信号  $s_1$  との差分を演算し、その結果を信号  $\text{sig}0$  とする。即ち、以下の (12) 式の演算を行う。

【0042】

$$\text{sig}0 = s_2' - s_1 \quad \dots (12)$$

すると、この波形  $\text{sig}0$  は、図7に示す如くの、階段状に増加する波形  $Sa1$  となる。また、上述したように、基準信号  $s_2$  は、角度信号  $s_1$  の倍数となっていないので、1周期目の変換信号  $s_2'$  の立ち下がりの部分にて、波形  $\text{sig}0$  は若干マイナス側へ振幅し、その後、再度階段状に増加する波形  $Sa2$  となる。この際、図7の、点  $p_1$ 、点  $p_2$  に示すように、変換信号  $s_2'$  の立ち上がり点と、角度信号  $s_1$  の立ち上がり点とは一致しないことになる。

【0043】

従って、点  $p_2$  の地点から階段状に増加する波形  $Sa2$  は、ステップ [LSB] (図7の縦軸方向) について、波形  $Sa1$  とは若干ずれた位置となっている。つまり、 $L_1$  だけ嵩上げされている。そして、信号  $s_2'$  の、次の周期 (3周期目) においては、再度ずれ幅 (信号  $s_2'$  の立ち上がり点と、信号  $s_1$  の立ち上がり点とのずれ) が発生するので、波形  $Sa1$ 、及び  $Sa2$  に対し、上下方向にずれた位置となる階段状の波形が得られる。

【0044】

よって、図7に示すように、変換信号  $s_2'$  の全周期において、回転角度の変化に対して、段階状に変化する波形  $Sa1$ 、 $Sa2$ 、 $\dots$  が得られる。また、図4に示すように、信号  $s_2$  (或いは、信号  $s_2'$ ) は、全部で16個存在するので、段階状に変化する波形は、全部で16個、即ち、 $Sa1$ 、 $Sa2$ 、 $\dots$ 、 $Sa16$ まで存在することになる。



## 【 0 0 4 5 】

次いで、前述の（1 2）式にて得られたsig 0 に、バイアス成分  $\delta$  を加えることにより、sig 1 を求める。即ち、以下の（1 3）式により、sig 1 を求める。

## 【 0 0 4 6 】

$$\text{sig } 1 = \text{sig } 0 + \delta \quad \dots (13)$$

なお、バイアス成分  $\delta$  は、実際に検出される信号  $s_2$  の変動を平均化するために設定する値である。

## 【 0 0 4 7 】

そして、（1 3）式にて求められた信号sig 1 を、磁気センサ 1 1 の分割数  $2^b$ （例えば、 $b = 6$  で  $2^b = 64$ ）で除し、このときの余り  $t_2$  を求める。即ち、以下の（1 4）式にて  $t_2$  を求める。

## 【 0 0 4 8 】

$$\begin{aligned} t_2 &= (\text{sig } 1 / 2^b) \text{ の余り} \\ &= (\text{sig } 1 / 64) \text{ の余り} \quad \dots (14) \end{aligned}$$

ここで、図 7 に示したように、縦軸のステップ数として、操舵角度と同一のスケールを設定する。その結果、各波形  $s_1$ 、 $s_2$ 、 $s_2'$  は、 $45^\circ$  の傾きで変化する。sig 1 の波形  $Sa_1$ （1 周期目の波形）と、波形  $s_1$  は、スタート位置が共に原点（0，0）であるので、sig 1 は 64 で割り切れることになる。つまり、 $t_2 = 0$  となる。

## 【 0 0 4 9 】

また、sig 1 の波形  $Sa_2$ （2 周期目の波形）は、前述したように、点  $p_1$  と点  $p_2$  とがずれていることにより（一致しないことにより）、図中  $L_1$  に示す分だけステップ数が増加しているので、（1 4）式の演算結果は  $L_1$  となる。そして、16 個の波形  $Sa_1$ 、 $Sa_2$ 、 $\dots$ 、 $Sa_{16}$  全てにおいて、 $L_1$  はそれぞれ異なる値となる。

## 【 0 0 5 0 】

換言すれば、（1 4）式にて  $t_2$  が求められると、この  $t_2$  の値に基づいて、16 個存在する  $s_2$ （或いは、 $s_2'$ ）のうちの、どの波形に該当するかを、検知することができる。

【 0 0 5 1 】

以下に、16個の波形のうちの、どの波形に該当するかを検知する手順について、詳細に説明する。

【 0 0 5 2 】

いま、磁気センサ11の速度比を5.625、磁気センサ13の速度比を2、 $b = 6$ とし、且つ、 $s_2$ （或いは、 $s_2'$ ）の16個の波形  $Sa_1$ 、 $Sa_2$ 、 $\dots$ 、 $Sa_{16}$ の番号をそれぞれ、 $j = 0, 1, 2, \dots, 15$ とする。即ち、波形  $Sa_1$ は  $j = 0$ 、 $Sa_2$ は  $j = 1$ 、 $\dots$ 、 $Sa_{16}$ は  $j = 15$ である。

【 0 0 5 3 】

そして、各  $j$  に対して、以下の (15) 式に示す演算を行う。

【 0 0 5 4 】

$$\begin{aligned} t_1 &= 2^b \times [ \{ (i_1 / i_2 \times j) \text{ を切り上げた値} \} - i_1 / i_2 \times j ] \\ &= 64 \times [ \{ (5.625 / 2 \times j) \text{ を切り上げた値} \} - 5.625 / 2 \times j ] \\ &\dots (15) \end{aligned}$$

(15) 式の演算を行うことにより、波形  $Sa_1$ 、 $Sa_2$ 、 $\dots$ 、 $Sa_{16}$ について、それぞれ、 $t_1 = 0, 12, 24, 36, 48, 60, 8, 20, 32, 44, 56, 4, 16, 28, 40, 52$ 、という結果が得られる。

【 0 0 5 5 】

つまり、以下の通りである。

【 0 0 5 6 】

$t_1 = 0$  のとき、 $j = 0$   
 $t_1 = 12$  のとき、 $j = 1$   
 $t_1 = 24$  のとき、 $j = 2$   
 $t_1 = 36$  のとき、 $j = 3$   
 $t_1 = 48$  のとき、 $j = 4$   
 $t_1 = 60$  のとき、 $j = 5$   
 $t_1 = 8$  のとき、 $j = 6$   
 $t_1 = 20$  のとき、 $j = 7$   
 $t_1 = 32$  のとき、 $j = 8$



$t_1 = 44$  のとき、 $j = 9$

$t_1 = 56$  のとき、 $j = 10$

$t_1 = 4$  のとき、 $j = 11$

$t_1 = 16$  のとき、 $j = 12$

$t_1 = 28$  のとき、 $j = 13$

$t_1 = 40$  のとき、 $j = 14$

$t_1 = 52$  のとき、 $j = 15$

これを図に示すと、図 8 に示す如くとなり、 $t_1$  の値は、 $\Delta t$  刻み ( $\Delta t = 4$ ) となっていることが分かる。

【0057】

従って、前述した  $t_2$  の値と、 $t_1$  の値とを比較することにより、 $j$  を特定することができる。つまり、測定により求められた値  $t_2$  に対し、(16) 式が成立する  $t_1$  の値を求め、この値に基づいて、 $j$  を特定することができる。

【0058】

$$t_1 \leq t_2 < t_1 + \Delta t \quad \dots (16)$$

例えば、測定データに基づいて求められた  $t_2$  の値が、「5」であった場合は、 $t_1 = 4$  ( $4 \leq 5 < 8$ ) であるので、 $j = 11$  であることが検知される。

【0059】

そして、 $j$  は、図 4 に示した周期波形  $s_2$  (或いは、 $s_2'$ ) の、左側からの順番 (0 から始まる順番) を示しているので、波形  $s_2$  の周期 (この例では、 $180^\circ$ ) を  $j$  倍し、且つ、 $s_2'$  の検出値を加えれば、絶対舵角  $\Theta$  を求めることができる。

【0060】

即ち、以下に示す (17) 式により、絶対舵角  $\Theta$  を算出することができる。

【0061】

$$\Theta = s_2' + c_2 \times j \quad \dots (17)$$

但し、 $c_2$  は、波形  $s_2$  の周期である。

【0062】

これを、図 4 を用いて説明すると、上述の  $t_2 = 5$  である場合には、 $c_2 = 1$

80° とすると、角度M1として、 $180 \times 11 = 1980$ が求められ、更に、角度M2 (s 2' の値) を加算することにより、絶対舵角 $\Theta$ を求めることができる。

## 【 0 0 6 3 】

更に、信号s 1をカウントアップし、(18)式に示すように、これを加算することにより、より分解能の高い絶対舵角位置を求めることができる。

## 【 0 0 6 4 】

$$\alpha = \Theta + s 1 \quad \dots (18)$$

また、この外にも、角度に対するs 1、s 2の組み合わせをデータテーブルの形でメモリ内に記憶しておき、測定されたs 1、s 2の組み合わせと比較することにより、絶対舵角を求めるように構成することも可能である。

## 【 0 0 6 5 】

次に、上述した処理の手順を、図9に示すフローチャートを参照しながら説明する。

## 【 0 0 6 6 】

まず、磁気センサ1 1、及び磁気センサ1 3の検出信号に基づいて、信号s 1、及び信号s 2を検出する(ステップST 1 1)。次いで、上述した(11)式により、s 2' を求める(ステップST 1 2)。その後、(13)式により、sig 1を求め(ステップST 1 3)、(14)式により、t 2を求める(ステップST 1 4)。

## 【 0 0 6 7 】

そして、ステップST 1 4で求められたt 2に対して、順次jをインクリメントし、(16)式が成立するときの、t 1の値を求める(ステップST 1 5～ST 1 7)。

## 【 0 0 6 8 】

その後、求められたt 1の値に対応するjの値を用いて、(17)式により、絶対舵角 $\Theta$ を求める(ステップST 1 8)。

## 【 0 0 6 9 】

このようにして、本実施形態に係る舵角センサでは、磁気センサ1 1、及び磁

気センサ 1 3 で得られる波形の、周期の差分に基づいて、現在の操舵角度が信号 s 2 の 1 6 個の波形のうちのどの波形に対応しているかを検出する構成としている。また、磁気センサ 1 1 により検出される信号 s 1 の周期と、磁気センサ 1 3 により検出される信号 s 2 の周期の最小公倍数が、ステアリングの全体の操舵角度よりも大きくなるように設定されているので、 $t_2$  (1 4 式にて得られる値) として求められる余りの値は、1 6 個の波形で全て異なる値となり、絶対舵角  $\Theta$  を一意的に求めることができる。

【0 0 7 0】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、第 1 のギヤと連動して回転する第 2 のギヤ、及び第 3 のギヤを設け、第 2 のギヤは、第 1 のギヤよりも速い回転速度で回転するように設定し、且つ第 3 のギヤは第 2 のギヤよりも遅い回転速度で回転するように設定している。従って、第 2 のギヤの回転位置と、第 3 のギヤの回転位置を検出することにより、ステアリングシャフトの絶対舵角を確実、且つ容易に求めることができる。

【0 0 7 1】

また、ステアリングシャフトの絶対的な角度位置に応じて、小角度検出用磁気センサによる検出データと、大角度検出用磁気センサによる検出データとが異なるように設定すれば、第 2 のギヤの回転位置と第 3 の回転位置により、ステアリングシャフトの舵角が一義的に決定されるので、より高精度な舵角の検出が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の一実施形態に係る舵角センサを示す概略構成図である。

【図 2】

本発明の一実施形態に係る舵角センサの制御系を示すブロック図である。

【図 3】

磁石と磁気センサの配置関係を示す説明図である。

【図 4】

ステアリングシャフトの操舵角度に対する、磁気センサ 1 1 の出力信号  $s_1$ 、磁気センサ 1 3 の出力信号  $s_2$ 、及び変換信号  $s_2'$  を示す特性図である。

【図 5】

磁気センサ 1 1 による検出精度を示す特性図である。

【図 6】

本発明の第 1 の実施形態に係る舵角センサの動作を示すフローチャートである。

【図 7】

図 4 に示した特性図を詳細に示す説明図である。

【図 8】

$t$  と  $j$  の関係を示す説明図である。

【図 9】

本発明の第 2 の実施形態に係る舵角センサの動作を示すフローチャートである。

【図 1 0】

従来における舵角センサの構成を示す説明図である。

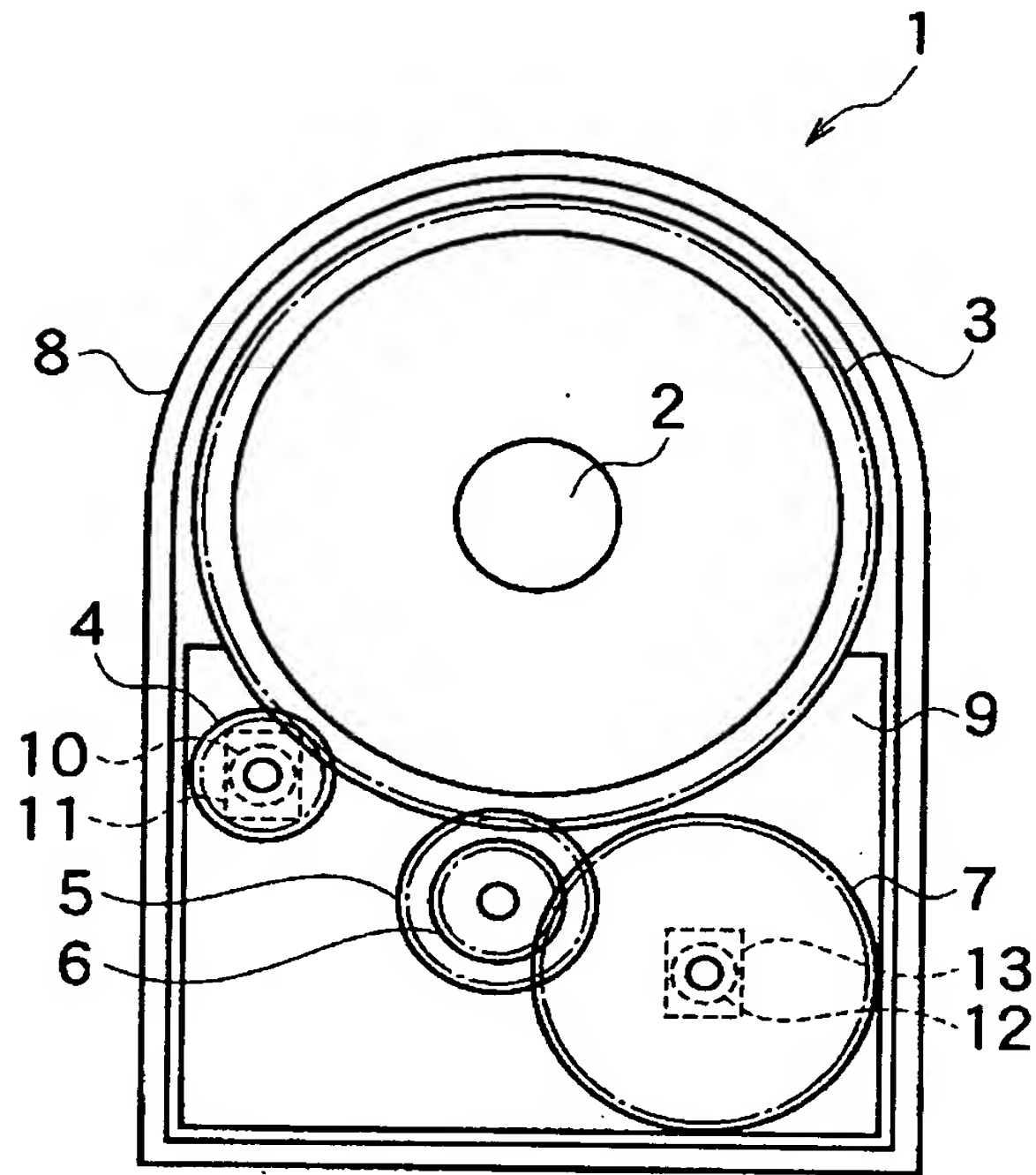
【符号の説明】

- 1 舵角センサ
- 2 ステアリングシャフト
- 3 ギヤ (第 1 のギヤ)
- 4 ギヤ (第 2 のギヤ)
- 5, 6 ギヤ
- 7 ギヤ (第 3 のギヤ)
- 8 ケース
- 9 基板
- 1 0 磁石 (小角度検出用磁石)
- 1 1 磁気センサ (小角度検出用磁気センサ)
- 1 2 磁石 (大角度検出用磁石)
- 1 3 磁気センサ (大角度検出用磁気センサ)

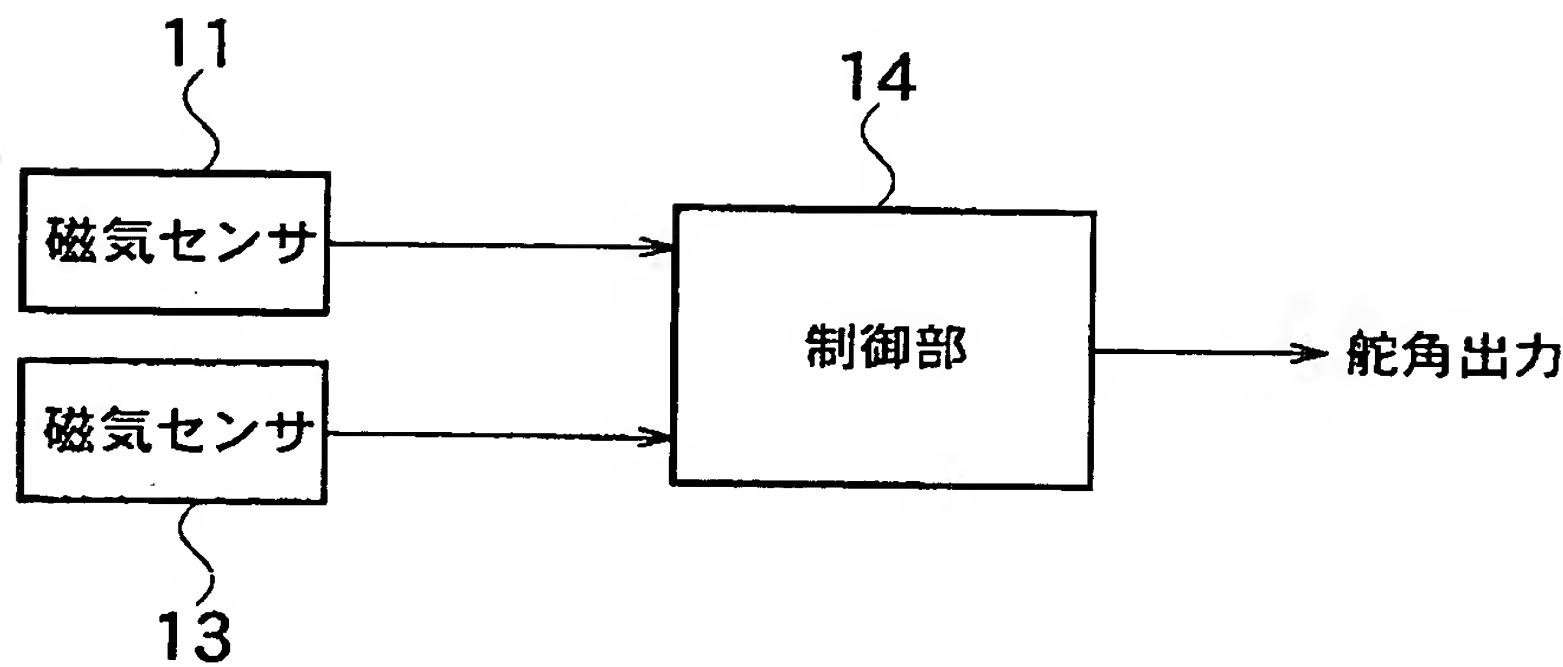
1 4 制 御 部

【書類名】 図面

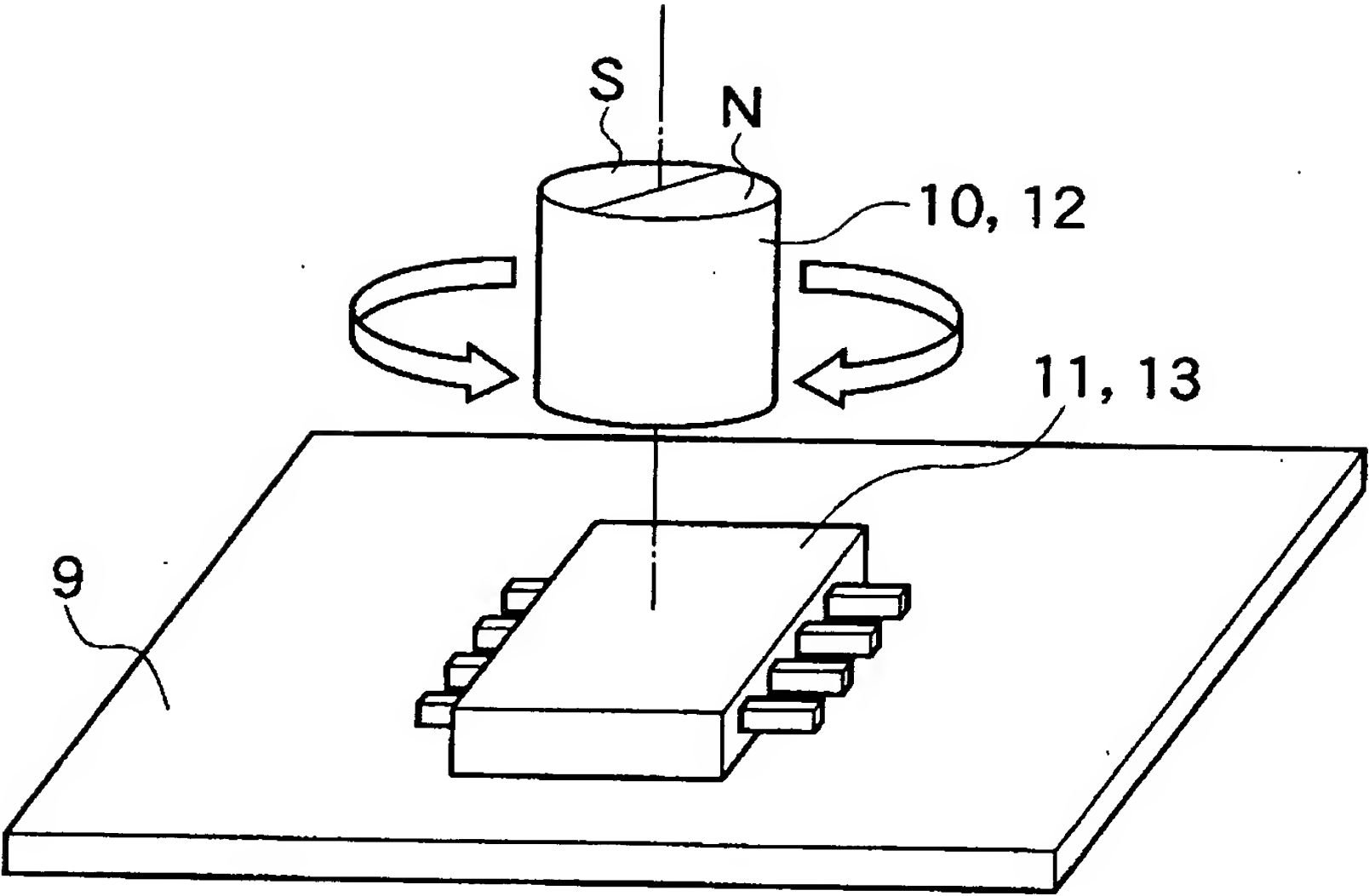
【図 1】



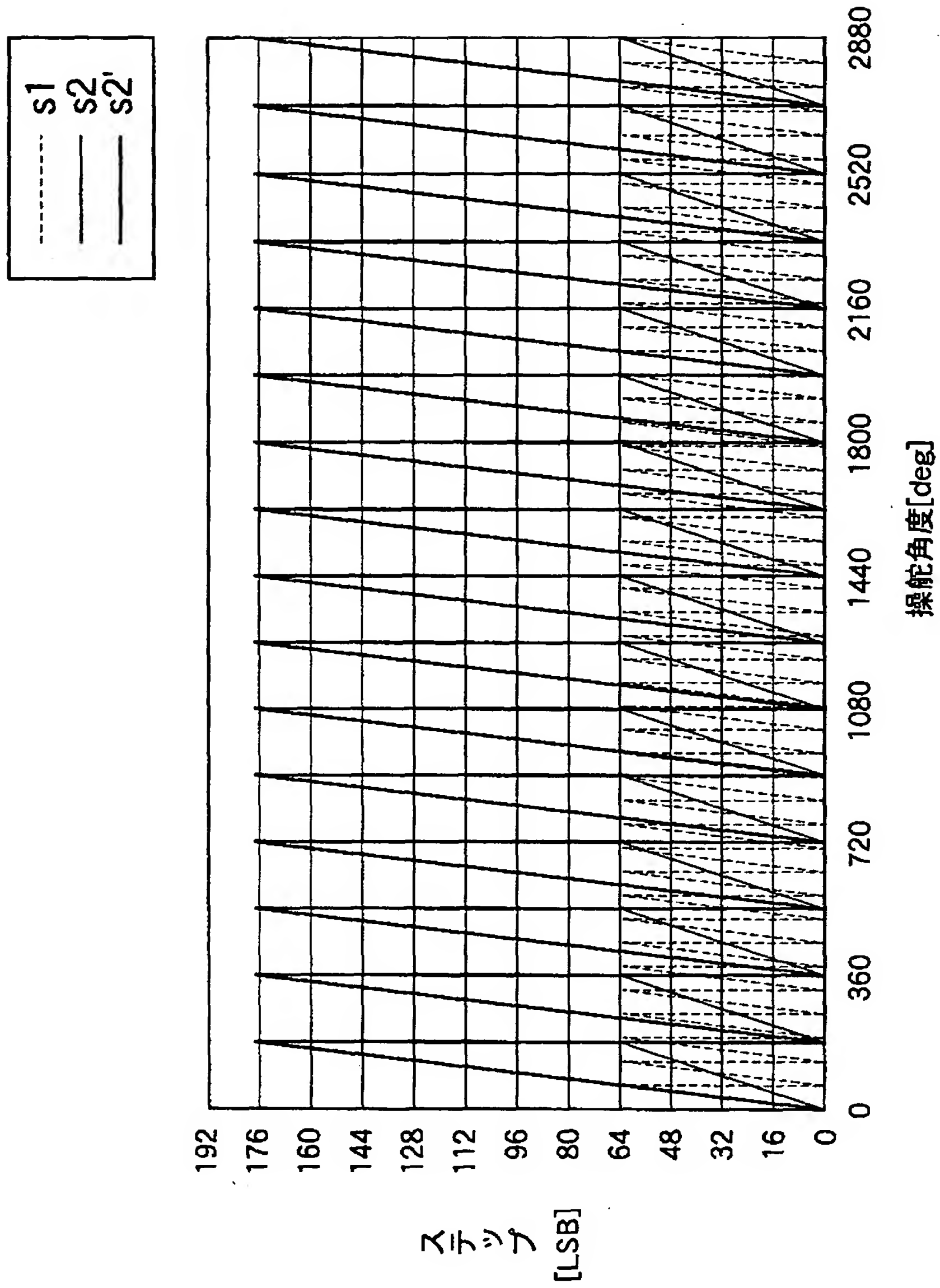
【図 2】



【 図 3 】

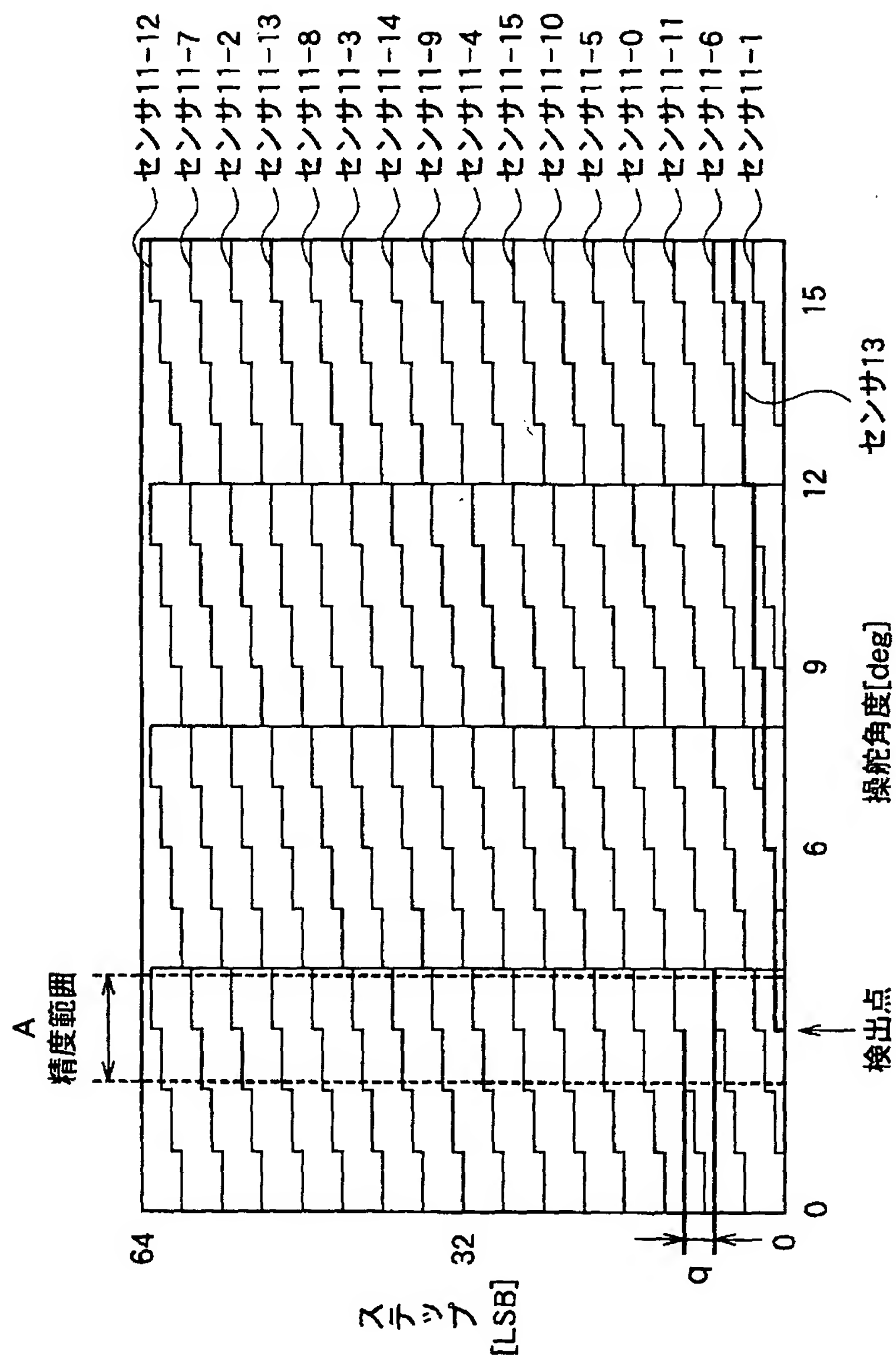


【図 4】

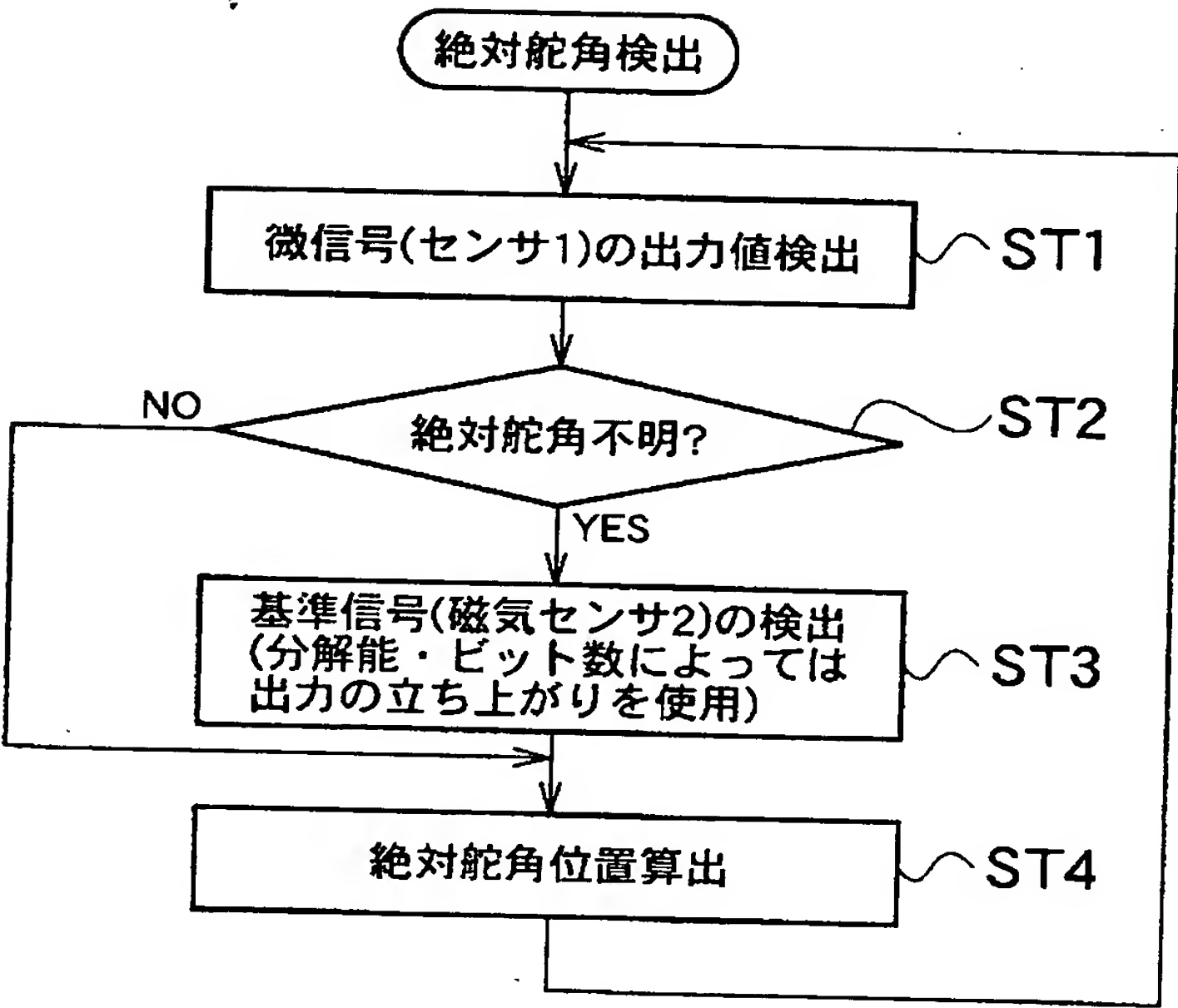




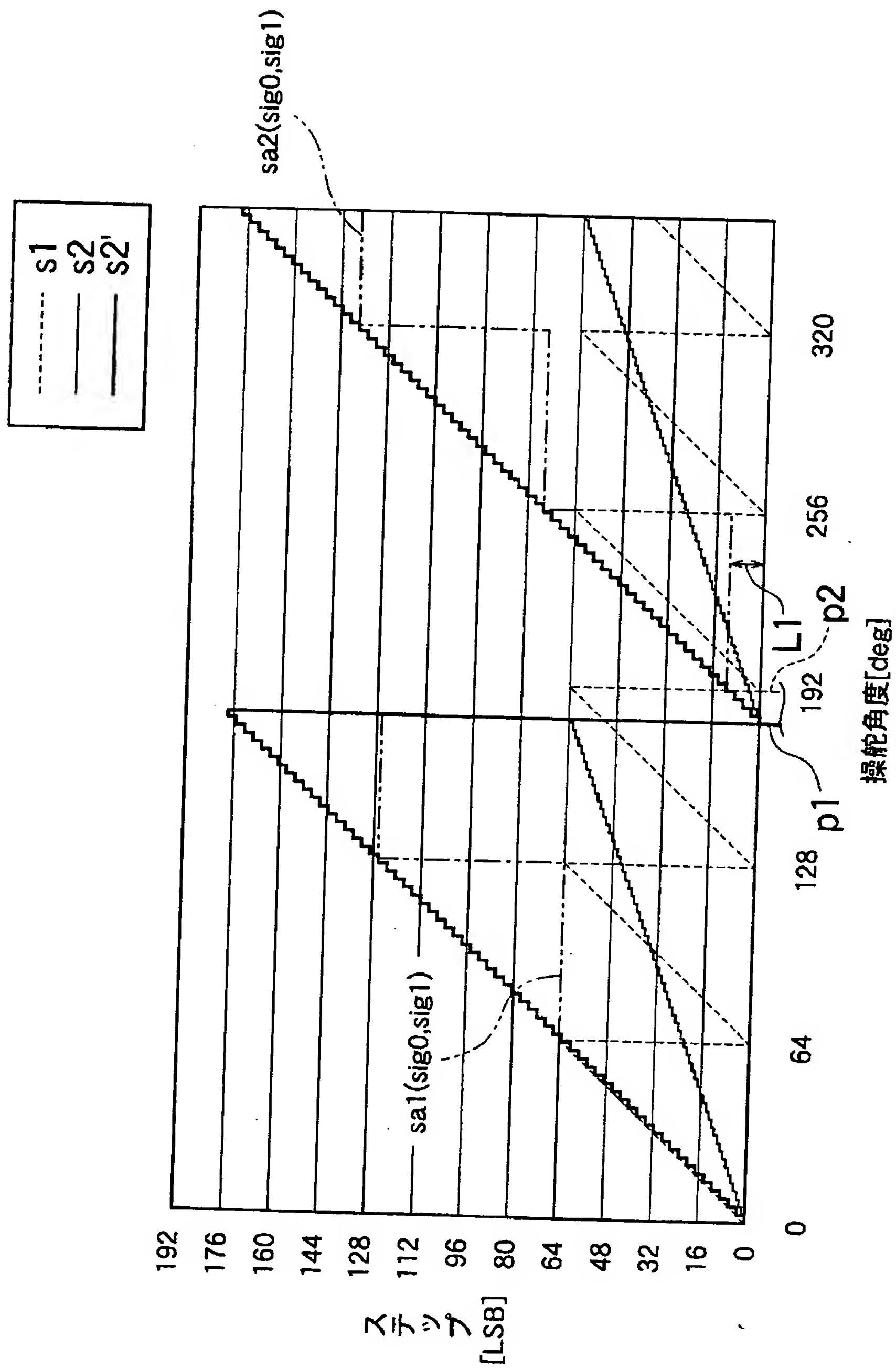
【図 5】



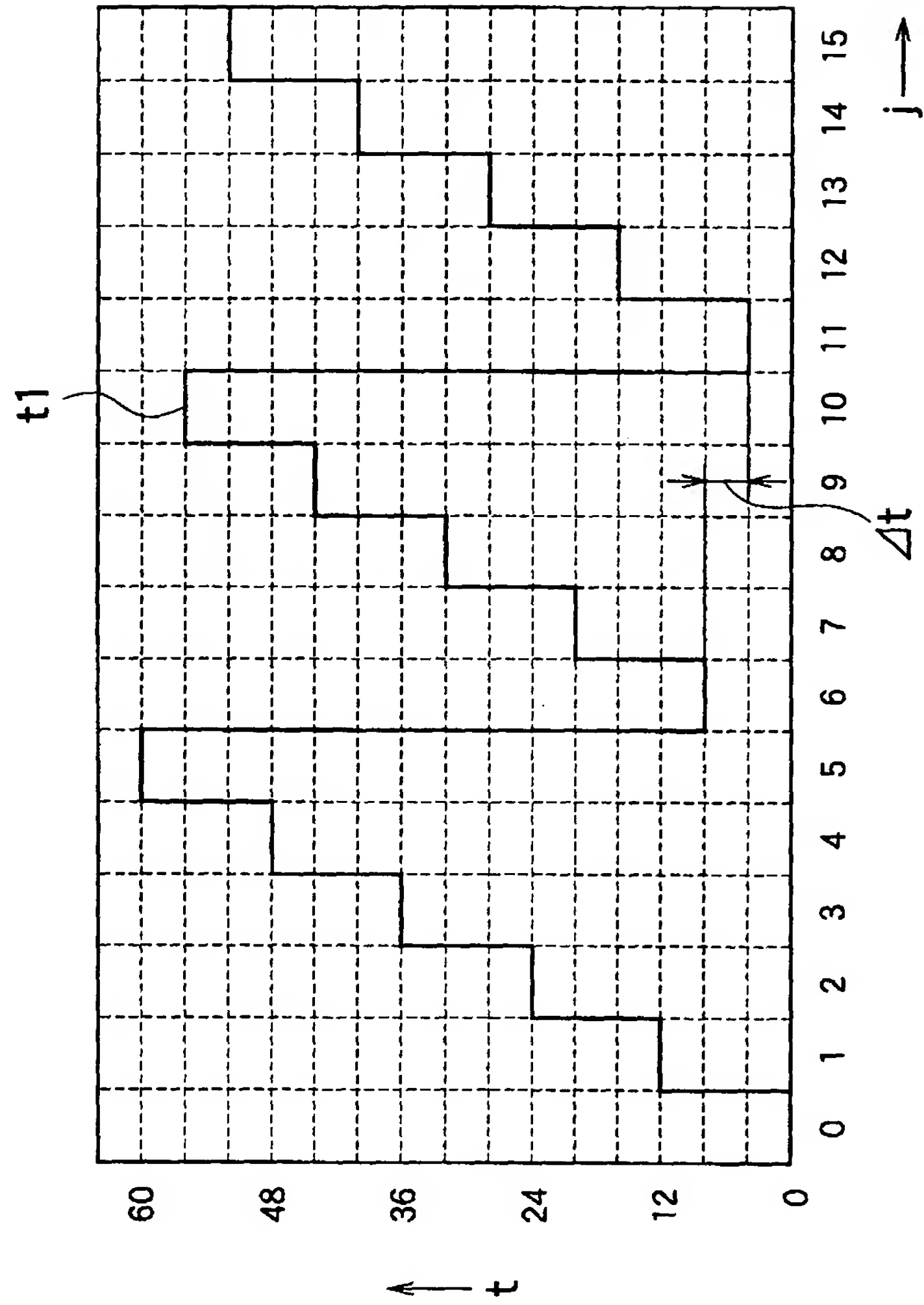
【図 6】



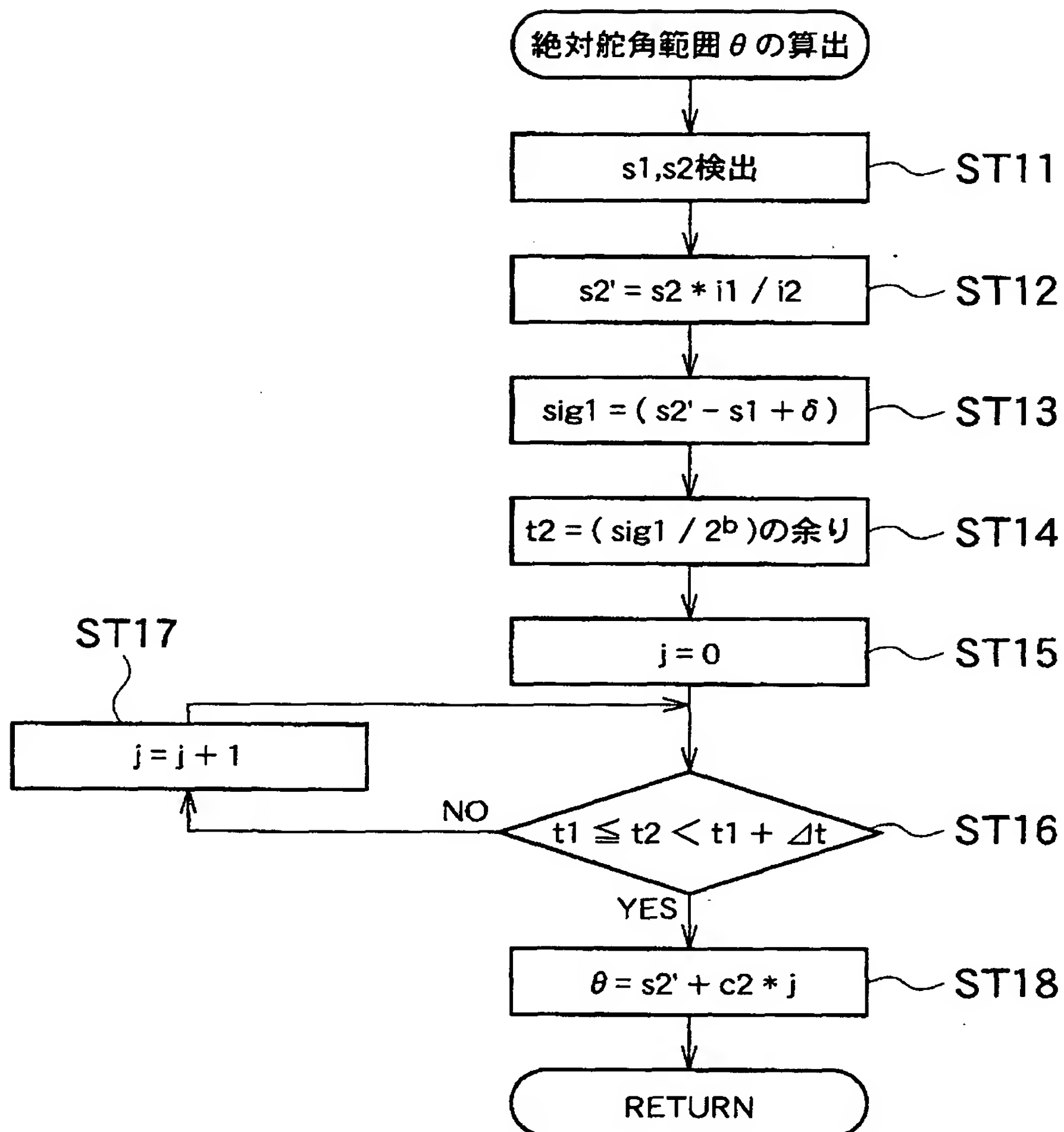
【図 7】



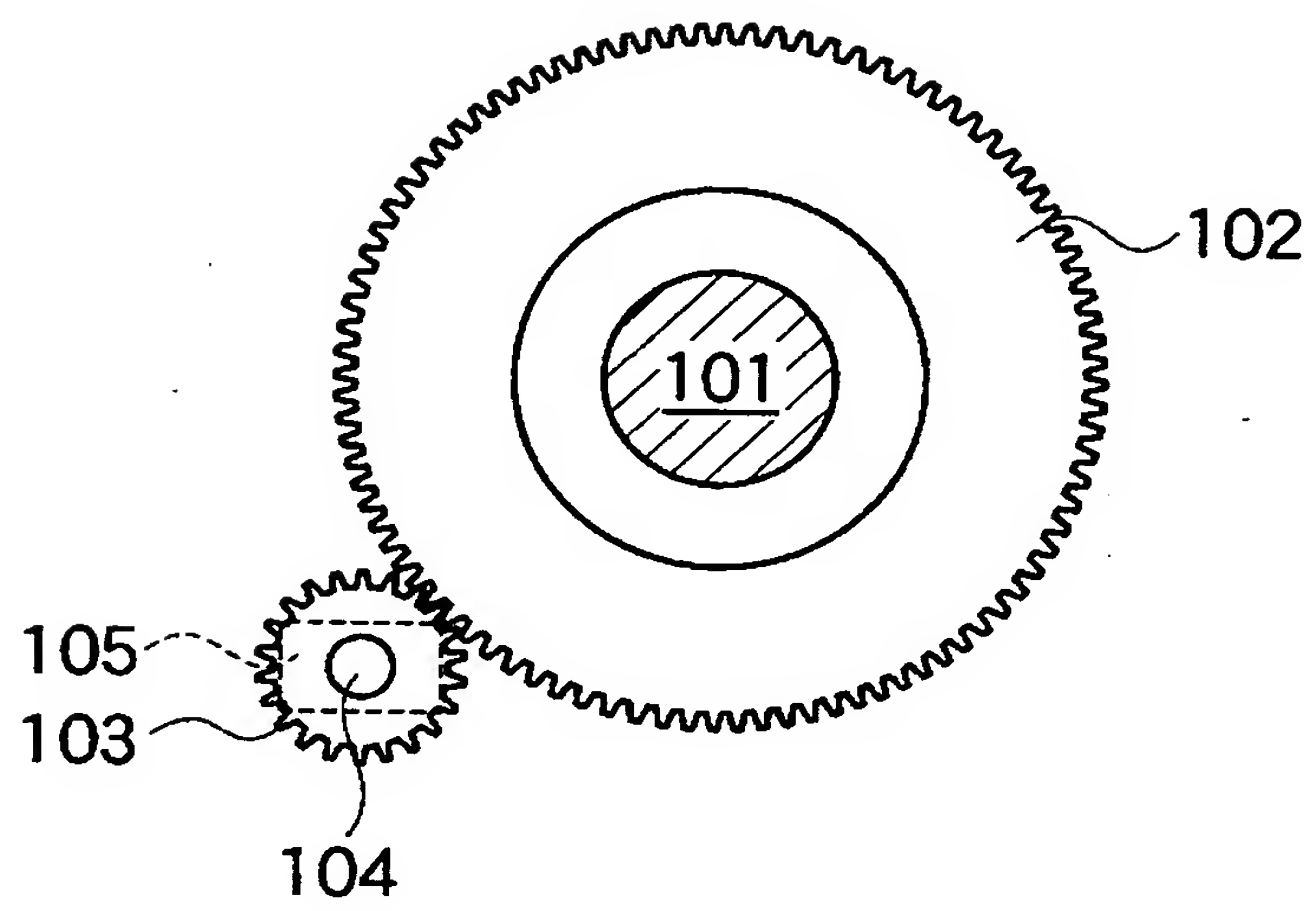
【図 8】



【図 9】



【図 1 0】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 簡易な方法で、車両の舵角を検出することのできる舵角センサを提供する。

【解決手段】 ギヤ 3 と噛合して回転し、該ギヤ 3 よりも速い回転速度で回転するギヤ 4 と、ギヤ 4 に設けられ、ギヤ 4 と共に回転する磁石 1 0 と、ギヤ 4 近傍の固定側に配置され、磁石 1 0 の磁力線を検出する磁気センサ 1 1 と、ギヤ 3 と連動して回転し、ギヤ 4 よりも遅い回転速度で回転するギヤ 7 と、ギヤ 7 に設けられ、ギヤ 7 と共に回転する磁石 1 2 と、ギヤ 7 近傍の固定側に配置され、磁石 1 2 の磁力線を検出する磁気センサ 1 3 とを有し、磁気センサ 1 1、及び磁気センサ 1 3 にて検出された角度データに基づいて、ステアリングシャフト 2 の回転角度を求めることを特徴とする。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[000006895]

1. 変更年月日 1990年 9月 6日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都港区三田1丁目4番28号

氏 名 矢崎総業株式会社